

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Japanese Published Patent Application (A)

(11) Japanese Published Patent Application No. 2001-331120 (P2001-331120A)

(43) Publication Date: November 30, 2001 (2001.11.30)

(51) Int.Cl. ⁷	Identification Symbol		FI	Theme Code (reference)	
G09F 9/00	338		G09F 9/00	338	
G02F 1/13	101		G02F 1/13	101	
	1/1333	500		1/1333	500
	1/1335	505		1/1335	505
G09F 9/30	310		G09F 9/30	310	

Examination Request: Not Requested Number of Claims: 9 OL

(12 pages total) Continued on the last page

(21) Application No. 2001-72959(P2001-72959)

(22) Application Date: March 14, 2001 (2001.3.14)

(31) Priority No. 2000-71673 (P2000-71673)

(32) Priority Date: March 15, 2000 (2000.3.15)

(33) Priority Country: Japan (JP)

(71) Applicant: 000153878

Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.

398 Hase, Atsugi-shi, Kanagawa-ken

(72) Inventor: Shunpei Yamazaki

C/O Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.

398 Hase, Atsugi-shi, Kanagawa-ken

(54) [Title of Invention] Manufacturing Method of Display Device

(57) [Abstract]

[Problem] To provide a technique for manufacturing a high-performance display device using a plastic substrate.

[Means for Solving the Problem] After forming a separation layer 102 over a glass substrate 101 and then forming a light-emitting element 104 thereover, a plastic substrate 106 is attached over the light-emitting element 104 with a sealant 105. While in this state, a highly pressurized fluid 108 is sprayed to an exposed surface of the separation layer 102, and the separation layer 102 is destroyed. Accordingly, the glass substrate 101 and an insulating film 103 are separated, and then, the plastic substrate is attached to the insulating film 103.

[Claims]

[Claim 1]

A manufacturing method of a display device comprising the steps of:
forming a separation layer over a first substrate;
forming an insulating film over the separation layer;
forming a passive element over the insulating film;
attaching a second substrate over the passive element;
separating the first substrate and the insulating film by spraying a fluid with respect to the separation layer after attaching the second substrate; and
attaching a third substrate made of plastic to the insulating film.

[Claim 2]

A manufacturing method of a display device comprising the steps of:
forming a separation layer over a first substrate;
forming an insulating film over the separation layer;
forming an active element over the insulating film;
forming a passive element electrically connected to the active element;
attaching a second substrate over the passive element;
separating the first substrate and the insulating film by spraying a fluid with respect to the separation layer after attaching the second substrate; and
attaching a third substrate made of plastic to the insulating film.

[Claim 3]

The manufacturing method of a display device according to claim 1 or claim 2, wherein the separation layer is formed by anodizing an amorphous silicon film.

[Claim 4]

The manufacturing method of a display device according to any one of claims 1 to 3, wherein the separation layer is a porous silicon film.

[Claim 5]

The manufacturing method of a display device according to any one of claims 1 to 4, wherein the passive element is a light-emitting element or a liquid crystal element.

[Claim 6]

The manufacturing method of a display device according to any one of claims 1 to 5, wherein the fluid is a pressurized liquid or gas.

[Claim 7]

The manufacturing method of a display device according to any one of claims 1 to 6, wherein the second substrate is plastic.

[Claim 8]

The manufacturing method of a display device according to any one of claims 1 to 7, wherein a step of forming a color filter over the third substrate in advance is included.

[Claim 9]

The manufacturing method of a display device according to any one of claims 1 to 8, wherein a step of forming a carbon film over the second substrate or the third substrate is included.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The present invention relates to a manufacturing method of a device (hereinafter referred to as "light-emitting device") having an element (hereinafter referred to as "light-emitting element") in which a light-emitting material is interposed between electrodes, or a device (hereinafter referred to as "liquid crystal display device") having an element (hereinafter referred to as "liquid crystal element") in which liquid crystal is interposed between electrodes. Note that organic EL displays and organic light-emitting diodes (OLED: Organic Light Emitting Diode) are included as the light-emitting device of the present invention.

[0002]

In the present specification, the light-emitting device and the liquid crystal display device are collectively referred to as display devices (electro-optic devices).

[0003]

The light-emitting material that can be used in the present invention includes all light-emitting materials that emit light through singlet excitation, triplet excitation, as well through both excitations (phosphorescence and/or fluorescence).

[0004]

[Prior Art]

In recent years, development of a light-emitting device (hereinafter referred to as "EL light-emitting device") using a light-emitting element (hereinafter referred to as "EL element") that utilizes a light-emitting material (hereinafter referred to as "EL material") by which EL (Electro Luminescence) can be obtained has been in progress. An EL light-emitting device has a structure that includes an EL element with a structure in which an EL material is interposed between an anode and a cathode. By applying voltage between the anode and the cathode and feeding an electrical current into the EL material, carriers are recombined and light emission is generated. That is, since the light-emitting element itself in the EL light-emitting device has light-emission ability,

the EL light-emitting device does not need a backlight such as that used in a liquid crystal display device. Furthermore, the EL light-emitting device has advantages such as having a wide viewing angle, being light-weight, and low power consumption.

[0005]

Although various applications using such an EL light-emitting device are expected, utilization in portable devices is attracting attention because the EL light-emitting device is particularly thin in thickness and therefore weight reduction is possible. Accordingly, formation of light-emitting elements over flexible plastic films is being attempted.

[0006]

However, the current situation is that the maximum processing temperature needs to be lowered because heat resistance of plastic films is low, and as a result, TFTs with electrical characteristics that are as favorable as those formed over glass substrates cannot be formed. Accordingly, a high-performance display device using a plastic film has not been realized.

[0007]

[Problem to be Solved by the Invention]

An object of the present invention is to provide a technique for manufacturing a high-performance display device using a plastic base (including a flexible plastic film and a plastic substrate).

[0008]

[Means for Solving the Problem]

In the present invention, necessary elements are formed over a substrate that has a higher heat resistance than plastic (a glass substrate, a quartz substrate, a silicon substrate, a metal substrate, or a ceramic substrate), and then the elements are later transferred to a plastic substrate (including a plastic film) in a treatment at room temperature.

[0009]

Note that the previously-mentioned necessary elements refer to, in the case of an active-matrix display device, a semiconductor element (typically a TFT) or an MIM element used as a switching element of a pixel, and a light-emitting element or a liquid crystal element. Further, in the case of a passive display device, they refer to a light-emitting element or a liquid crystal element. That in the present specification, semiconductor elements and MIM elements are called active elements, and light-emitting elements and liquid crystal elements are called passive elements.

[0010]

Further, as the plastic substrate, a substrate or film made of polyimide, epoxy resin, acrylic resin, PES (polyethersulfone), PC (polycarbonate), PET (polyethylene terephthalate), or PEN (polyethylene naphthalate) can be used.

[0011]

In the present invention, the above-mentioned element is formed over a separation layer, and then a substrate over which the element is formed is separated by spraying a fluid at the separation layer, so as to newly be attached a plastic substrate. As the separation layer, a porous silicon layer or a silicon layer to which hydrogen, oxygen, nitrogen, or a rare gas is added is used.

[0012]

Also, as a method of spraying the fluid, a method of spraying a highly pressurized water stream (called "waterjet method"), or a method of spraying a highly pressurized gas stream can be used. At this time, an organic solvent, an acid solution, or an alkaline solution may be used instead of water. Further, as the gas, air, nitrogen gas, carbon dioxide gas, or a rare gas may be used, or these may be plasmatized and used.

[0013]

When such a fluid is sprayed to the separation layer, the separation layer deteriorates due to brittleness or it is chemically removed. Accordingly, the substrate over which the element is formed and an insulating film provided as a base of the element are separated. In the case that they are separated by deterioration of the separation layer, the remaining separation layer may be removed anew by etching.

[0014]

In this manner, the insulating film that is the base of the element is exposed, and a substrate or film made of plastic is newly attached thereto. When attaching, a light-curing resin, a heat-curing resin, or an epoxy-based resin can be used as an adhesive.

[0015]

As described above, in the present invention, an active element such as a semiconductor element or an MIM element, or a passive element such as a light-emitting element or a liquid crystal element is first formed over a substrate (element formation substrate) with a higher heat resistance than plastic, and then the element formation substrate is swapped with a substrate made of plastic. It is a characteristic of the present invention that during the swapping, the separation of the substrate is performed using highly pressurized water or highly pressurized gas.

[0016]

Further, as a method of and device for spraying a highly pressurized fluid to a side surface of a compound member to separate off the compound member, the following can be referred to in the present invention: Japanese Published Patent Application No. H11-45840, Japanese Published Patent Application No. H11-5064, Japanese Published Patent Application No. H11-195563, Japanese Published Patent Application No. H11-195568, Japanese Published Patent Application No. H11-195569, and Japanese Published Patent Application No. H11-195570.

[0017]

[Embodiment Mode of the Invention]

An embodiment mode of the present invention will be described. FIG. 1 is a schematic view of the present invention, and 101 denotes a glass substrate; 102 denotes a separation layer; 103 denotes an insulating film that serves a base; 104 denotes an element formed over the insulating film 103; 105 denotes an insulating film made of a resin; and 106 denotes a plastic film.

[0018]

The glass substrate 101 may be a quartz substrate, a metal substrate, or a ceramic substrate. Further, although a porous silicon film is used here for the separation layer 102, a silicon layer to which hydrogen, oxygen, nitrogen, or a rare gas is added may be used. In the case of using a porous silicon film, an amorphous silicon film or a polycrystalline silicon film may be made to be porous by an anodizing treatment and used. Note that a thickness of the separation layer 102 may be 0.1 to 900 μm (preferably 0.5 to 10 μm).

[0019]

As the insulating film 103, an insulating film containing silicon may be used. As the insulating film containing silicon, a silicon oxide film, a silicon nitride film, a silicon nitride oxide film, or a silicon carbide film can be used. Also, the element 104 that is formed thereover may be a combination of an active element such as a semiconductor element or an MIM element and a passive element such as a light-emitting element or a liquid crystal element; or a light-emitting element or a liquid crystal element.

[0020]

The insulating film 105 made of a resin has two functions as a sealant for protecting the element 104 from outside air and as an adhesive for attaching the plastic film 106. Typically, an ultraviolet-curing resin may be used. Further, a glass substrate may be used instead of the plastic film 106.

[0021]

A display device including a structure such as the above is rotated with the center as an axis as shown by an arrow, and a fluid 108 is sprayed from a nozzle 107. From the nozzle 107, a fluid that is pressurized at 1×10^7 to 1×10^9 Pa (preferably 3×10^7 to 5×10^8 Pa) is sprayed on to a side surface of the separation layer 102. The fluid 108 is sprayed along an exposed surface of the separation layer 102 because a sample is rotated. By an impact thereof, the separation layer 102 is destroyed or removed, and the glass substrate 101 and the insulating film 103 are separated.

[0022]

Note that for the fluid 108, a liquid such as water, an organic solvent, an acidic solution, or an alkaline solution; or a gas such as air, nitrogen gas, carbon dioxide gas, or a rare gas may be used. Further, such a gas may be plasmatized and used.

[0023]

A view of FIG. 1 from above is shown in FIG. 2. Note that FIG. 2(A) shows a sample 201 in which a round substrate is used as a mother substrate for forming elements, and a display device is formed in a unit shown by 202 in the sample 201. This is an example in the case of manufacturing a plurality of display devices from one substrate. In a similar manner, FIG. 2(B) shows a sample 203 using a square substrate, and a display device is formed in a unit shown by 204 in the sample 203.

[0024]

At this time, a spraying opening of the nozzle 107 has a long elliptical shape or a rectangular shape, and a cross-sectional shape of the fluid 108 roughly matches the shape of the nozzle. The spraying opening may have a circular or quadrilateral shape, but the treatment efficiency is higher with a long elliptical shape or a rectangular shape.

[0025]

Further, although only one nozzle is shown in the figure here, two or more nozzles may be provided. In that case, a plurality of nozzles may be lined up and provided with respect to one side of the substrate, or one or a plurality of nozzles may be provided per each side of the substrate.

[0026]

Next, a schematic structure of a device (hereinafter referred to as "separation device") for spraying the fluid 108 in the present invention is shown in FIG. 3. In the separation device shown in FIG. 3, a sample 301 that has a structure such as that shown in FIG. 1 is held by substrate holders 302 and 303. Each of the substrate holders 302 and 303 holds the sample 301 by vacuum contact.

[0027]

Further, the substrate holders 302 and 303 are provided so that they are

mutually arranged on the same axis of rotation and so that they can rotate. Also, the substrate holder 302 is fitted to bearings 304 and 305 and supported by a support base 306. Further, the substrate holder 302 is connected to a motor 307, and rotation speed can be adjusted.

[0028]

The substrate holder 303 is fitted to bearings 308 and 309 and supported by a support base 310. Further, the substrate holder 303 is pulled rightward by a compression spring 311, and by balancing that force and the suction power of the substrate holder 303, the sample 301 is held.

[0029]

A structure is that while in this state, a highly pressurized fluid is sent into a nozzle 316 from a pump 315, and this fluid 317 is sprayed towards the separation layer 102 provided inside the sample 301. While the fluid 317 is being sprayed, the substrate holders 302 and 303 are rotated with the sample 301 interposed therebetween.

[0030]

In this manner, destruction of the separation layer 102 begins when the fluid 317 is sprayed to the separation layer 102, and a distance between the glass substrate 101 and the plastic substrate 106 is gradually widened. Furthermore, because a rightward force is applied to the substrate holder 303 by the compression spring 311, with progression of the destruction of the separation layer 102, the glass substrate 101 and the plastic substrate 106 are eventually separated.

[0031]

Note that although an example in which the sample 301 is rotated is shown in the embodiment mode of the present invention, it is possible to have a structure in which the nozzle 316 rotates and sprays the highly pressurized fluid along a side surface of the sample 301.

[0032]

[Embodiment] [Embodiment 1]

In this embodiment, a manufacturing process of a pixel portion of an EL light-emitting device is described using FIGS. 4 and 5. Also, a top view of a pixel manufactured in this embodiment mode is shown in FIG. 6. Note that reference numerals used in FIG. 6 correspond to reference numerals used in FIGS. 4 and 5.

[0033]

First, a separation layer 402 made of a porous silicon film is formed with a thickness of 1 μm over a glass substrate 401. The porous silicon film may be formed by forming an amorphous silicon film and then performing an anodization treatment on

the amorphous silicon film in a solution in which fluorine, water, and ethanol are mixed at a ratio of 1:1:1.

[0034]

Next, a silicon nitride oxide film with a thickness of 200 nm is formed as a base film 403 over the separation layer 402. Formation of the base film 403 may be done using a low-pressure thermal CVD method, a plasma CVD method, a sputtering method, or an evaporation method.

[0035]

Next, a crystalline silicon film 404 with a thickness of 50 nm is formed later over a base film 103. As a formation method of the crystalline silicon film 404, a known means can be used. An amorphous silicon film may be laser-crystallized using a solid laser or an excimer laser, or the amorphous silicon film may be crystallized through a heating treatment (furnace annealing).

[0036]

Next, as shown in FIG. 4(B), the crystalline silicon film 404 is patterned to form patterned crystalline silicon films 405 and 406. Then, a gate insulating film 407 with a thickness of 80 nm that is formed of a silicon oxide film is formed so as to cover the patterned crystalline silicon films. Furthermore, gate electrodes 408 and 409 are formed over the gate insulating film 407. In this embodiment, as material of the gate electrodes 408 and 409, a 350-nm-thick tungsten film or tungsten alloy film is used. Needless to say, another known material can be used as the material for the gate electrodes.

[0037]

Then, using the gate electrodes 408 and 409 as masks, an element belonging to group 13 of the periodic table (typically boron) is added. As an addition method, a known means may be used. In this manner, impurity regions (hereinafter referred to as "p-type impurity regions") 410 to 414 imparting p-type conductivity are formed. Further, channel forming regions 415 to 417 are defined directly under the gate electrodes. Note that each of the p-type impurity regions 410 to 414 becomes a source or drain region of a TFT.

[0038]

Next, as shown in FIG. 4(C), a silicon nitride film 418 with a thickness of 50 nm is formed, and then the element belonging to group 13 of the periodic table that is added is activated by performing a heating treatment. This activation may be performed by furnace annealing, laser annealing, lamp annealing, or by a combination thereof. In this embodiment, a heating treatment at 500 °C for 4 hours is performed in

a nitrogen atmosphere.

[0039]

When the activation is finished, it is effective to perform a hydrogenation treatment. For the hydrogenation treatment, a known hydrogen annealing technique or a plasma hydrogenation technique may be used.

[0040]

Next, as shown in FIG. 4(D), a first interlayer insulating film 419 made of a silicon oxide film is formed to have a thickness of 800 nm, and then contact holes are formed to form wirings 420 to 423. As the first interlayer insulating film 419, a different inorganic insulating film may be used, or a resin (organic insulating film) may be used. In this embodiment mode, a metal wiring with a three-layer structure of titanium/aluminum/titanium is used for each of the wirings 420 to 423. Needless to say, any type of material may be used as long as it is a conductive film. Each of the wirings 420 to 423 becomes a source wiring or drain wiring of a TFT.

[0041]

In this state, a switching TFT 501 and a current control TFT (driver TFT) 502 are completed. In this embodiment mode, each of the TFTs is formed as a p-channel TFT. Note that the switching TFT 501 is formed so that a gate electrode intersects the patterned crystalline silicon film in two places, and has a structure in which two channel forming regions are connected in series. By having such a structure, an off-current value (current that flows when the TFT is turned off) can be suppressed.

[0042]

Also, a storage capacitor 601 as shown in FIG. 6(B) is formed at the same time. The storage capacitor 601 is formed of a lower storage capacitor that is formed of a semiconductor layer 602 formed at the same time as an activation layer, the gate insulating film 407, and the gate electrode 409; and an upper storage capacitor formed of the gate electrode 409, the first interlayer insulating film 419, and the wiring 423. Furthermore, the semiconductor layer 602 is electrically connected to the wiring 423.

[0043]

Next, as shown in FIG. 4(E), an oxide conductive film (in this embodiment, a conductive film in which gallium oxide is added to zinc oxide) is formed with a thickness of 100 nm, and then patterned to form a pixel electrode 424. As this time, a wiring 422 and the pixel electrode 424 make ohmic contact. Consequently, the pixel electrode 424 and the current control TFT 502 are electrically connected. Furthermore, the pixel electrode 424 functions as an anode of an EL element.

[0044]

After forming the pixel electrode 424, a second interlayer insulating film 425 made of a silicon oxide film is formed with a thickness of 300 nm. Then, an open portion 426 is formed, and a 70-nm-thick organic EL layer 427 and a 300-nm-thick cathode 428 are formed by an evaporation method. In this embodiment, a structure in which a 20-nm-thick hole-injecting layer and a 50-nm-thick light-emitting layer are stacked is used for the organic EL layer 427. Needless to say, another known structure combining a hole-injecting layer, a hole-transporting layer, an electron-transporting layer, an electron-injecting layer, a hole-blocking layer, or an electron-blocking layer with a light-emitting layer may be used.

[0045]

In this embodiment, CuPc (copper phthalocyanine) is used for the hole-injecting layer. In this case, copper phthalocyanine is formed so as to cover all pixel electrodes first, and then a red-light-emitting layer, a green-light-emitting layer, and a blue-light-emitting layer are formed for pixels corresponding to a red color, a green color, and a blue color, respectively. Differentiation between regions that are to be formed may be done using a shadow mask during evaporation. In this manner, color display becomes possible.

[0046]

Note that in this embodiment, Alq₃ (tris-8-quinolinolato aluminum complex) is used as a host material of the green-light-emitting layer, and quinacridone or coumarin 6 is added as a dopant. Also, Alq₃ is used as a host material of the red-light-emitting layer, and DCJT, DCM1, or DCM2 is added as a dopant. Further, BAlq₃ (complex of a fifth ligand having a mixed ligand of 2-methyl-8-quinolinol and a phenol derivative) is used as a host material of the blue-light-emitting layer, and perylene is added as a dopant.

[0047]

Needless to say, it is not necessary to be limited to the above organic materials in the present invention, and a known low molecular organic EL material, a high molecular organic EL material, or an inorganic EL material can be used. In the case of using a high molecular organic EL material, an application method can be used.

[0048]

In the above manner, an EL element (denoted by reference numeral 602 in FIG. 6(B)) including the pixel electrode (anode) 424, the organic EL layer 427, and the cathode 428 is formed. In this embodiment, this EL element functions as a light-emitting element.

[0049]

Next, as shown in FIG. 5(A), a plastic substrate 430 is attached with a sealant 429. In this embodiment, a flexible plastic film is used as the plastic substrate 430. Further, as the sealant 429, an insulating film made of a resin can be used, and polyimide is used in this embodiment. Alternatively, an acrylic resin, polyamide, or an epoxy resin may be used.

[0050]

By performing a process in FIG. 5(A), the EL element can be completely blocked off from air. Consequently, deterioration of an organic EL material due to oxidation can be suppressed almost completely, and reliability of the EL element can be improved substantially.

[0051]

Next, as shown in FIG. 5(B), the glass substrate 101 is separated from the substrate over which the EL element is formed. This separation step may be performed using the separation device of the present invention described in FIGS. 1 to 3. In this embodiment, a water stream is sprayed at a pressure of 3×10^7 Pa from a nozzle with a long elliptical shape to destroy the separation layer 402. Thereafter, the separation layer 402 remaining on the base film 403 is removed with a mixed solution of hydrofluoric acid and hydrogen peroxide water. This solution can selectively remove the separation layer 402 made of a porous silicon film.

[0052]

After transferring the TFT and the EL element to the plastic substrate 430 in this manner, an adhesive 431 is formed and a plastic film 432 is attached as shown in FIG. 5(C). As the adhesive 431, an insulating film made of a resin (typically polyimide, acrylic, polyamide, or an epoxy resin) may be used, or an inorganic insulating film (typically a silicon oxide film) may be used.

[0053]

In this manner, the TFT and the EL element are transferred to the plastic film 432 from the glass substrate 401. As a result, a flexible EL light-emitting device that is interposed between two plastic films 430 and 432 can be obtained.

[0054]

Note that in this embodiment, a reason for using the same material in this manner for the plastic film 430 for support which is provided over the light-emitting element and the plastic film 432 for attachment is to have uniform coefficients of thermal expansion. When the coefficients of thermal expansion are equal, it is preferable because stress and strain on the substrate due to temperature change can be balanced, and an effect on the light-emitting element can be suppressed.

[0055]

Also, for the EL light-emitting device manufactured according to this embodiment, the total number of required masks for photolithography is six, which is very few; consequently, high yield and low manufacturing cost can be achieved. Further, the EL light-emitting device formed in this manner can be high performance because it can use as an active element a TFT that is formed without being limited to heat resistance of a plastic substrate.

[0056]

Note that although a top-gate TFT (specifically, a planar-type TFT) is shown as an example of a TFT in this embodiment, a bottom-gate TFT (typically, an inversely-staggered TFT) may be used.

[0057] [Embodiment 2]

In Embodiment 1, as manufacturing steps up through the formation of the gate electrode, it is effective to use an invention according to any of the following Japanese published patent applications by the present applicant: Japanese Published Patent Application No. H9-312260, Japanese Published Patent Application No. H10-247735, Japanese Published Patent Application No. H10-270363, or Japanese Published Patent Application No. H11-191628.

[0058]

Techniques according to the above published patent applications are all techniques for forming crystalline silicon films with extremely high crystallinity, and a high-performance TFT can be formed using these techniques. Although all of these techniques include a heating treatment at 550 °C or higher, by using the technique of the present invention, a plastic substrate with a low heat resistance can be used as an element formation substrate.

[0059]

Note that a structure of this embodiment can be freely combined and implemented with the structure in Embodiment 1.

[0060] [Embodiment 3]

In this embodiment, an example in the case of applying the present invention to a liquid crystal display device is explained. FIG. 7 is used for explanation.

[0061]

In FIG. 7(A), 701 is a glass substrate, 702 is a separation layer that is an amorphous silicon layer containing hydrogen at a concentration of 1×10^{16} to 1×10^{17} atoms/cm³, 703 is a base film made of a silicon nitride oxide film, and 704 is a pixel TFT. The pixel TFT 704 is a p-channel TFT manufactured according to the steps

described in Embodiment 1, and in this embodiment it is used as a switching element for controlling voltage applied to liquid crystal. Also, 705 is a pixel electrode made of an oxide conductive film that is electrically connected to the pixel TFT 704.

[0062]

Up through formation of the above-described structure, the manufacturing steps described in Embodiment 1 may be followed. Needless to say, the structure of the TFT can be a bottom-gate type (typically an inversely-staggered type), and it is not necessary that the manufacturing steps of the TFT be limited to the steps in Embodiment 1.

[0063]

After forming the pixel TFT 704 and the pixel electrode 705, an orientation film 706 made of a resin is formed. The orientation film 706 may be formed by a printing method. A film thickness is to be 60 nm.

[0064]

Next, an opposing substrate 707 made of a plastic film is prepared, and a light-blocking film 708 with a thickness of 120 nm made of titanium and an opposing electrode 709 with a thickness of 110 nm made of an oxide conductive film are formed thereover by a sputtering method. Over that, an orientation film 710 with a thickness of 60 nm is formed.

[0065]

Next, a sealant (not shown in figure) is formed with a means such as a dispenser over the orientation film 706 that is on the side of the substrate over which the TFT is formed, and then the orientation film 706 and the orientation film 710 on the opposing substrate side are made to face each other and attached together, and then stuck together using a pressure press. Furthermore, liquid crystal 711 is injected to a region surrounded by the sealant using a vacuum injection method, and an injection opening of the sealant is covered with a resin to complete a liquid crystal element (may be called "liquid crystal cell"). As these steps, known manufacturing steps of a liquid crystal cell may be implemented. At this time, polyimide, acrylic, or an epoxy resin is used for the sealant. This sealant serves as an adhesive in a similar manner to the sealant 429 in FIG. 5(A).

[0066]

Next, as shown in FIG. 7(B), the glass substrate 701 is separated from the substrate over which the liquid crystal element is formed. This separation step may be performed using the separation device of the present invention described in FIGS. 1 to 3. In this embodiment, a water stream is sprayed at a pressure of 5×10^7 Pa from a nozzle

with a long elliptical shape to destroy the separation layer 702.

[0067]

Thereafter, the separation layer 702 remaining on the base film 703 is removed in a gas containing halogen fluoride. As the gas containing halogen fluoride, a mixed gas of nitrogen gas and chlorine trifluoride gas is used. This treatment can be performed at room temperature.

[0068]

In this manner, the separation layer 702 is eventually completely removed, and the base film 703 made of a silicon nitride oxide film is exposed. And lastly, a plastic film 713 is stuck using an adhesive 712 made of an acrylic film.

[0069]

In the above manner, in the case of applying the present invention to a liquid crystal display device, up through a liquid crystal injection step is done to complete the liquid crystal display device once, and then a removal step of the separation layer can be performed while holding the element with the opposing substrate. Accordingly, a high-performance TFT can be formed over a plastic substrate without particularly adding a cumbersome step. Note that the structure of this embodiment can be combined and implemented with the structure of Embodiment 2.

[0070] [Embodiment 4]

In this embodiment, an example in the case of applying the present invention to a simple matrix EL light-emitting device is explained. FIG. 8 is used for explanation.

[0071]

In FIG. 8(A), 801 is a glass substrate, 802 is a separation layer made of a porous silicon film, 803 is a base film made of a silicon oxide film, and 804 are first stripe electrodes that are anodes made of an oxide conductive film in this embodiment. These anodes 804 are made in plurality in a stripe form in a direction parallel to a plane of paper.

[0072]

Over the anodes 804, insulating films 805 for element separation and banks 806 made of resin films are formed in plurality in a stripe form. Note that these bumps 806 are formed by stacking two layers of resin films, and a bottom layer side has a narrower shape on an inwards side than a top layer side. Such a structure can be formed by utilizing a difference between etching rates of the two layers of resin films.

[0073]

These are formed to be perpendicular to the previously-mentioned anodes 804. After forming the insulating films 805 for element separation and the banks 806 made

of resin films in this manner, organic EL layers 807 and second stripe electrodes (in this embodiment, cathodes made of a metal film) 808 are formed by an evaporation method. Because the cathodes 808 are separated and formed in a stripe form by the banks 806, they are formed to be perpendicular to the anodes 804.

[0074]

At this time, condensers formed by the anodes 804, the organic EL layers 807, and the cathodes 808 become EL elements. Needless to say, a known formation method or formation material of the anodes 804, the organic EL layer 807, and the cathodes 808 can be used.

[0075]

After the EL elements are formed, a plastic film 810 is stuck using a sealant (in this embodiment an acrylic resin) 809. In this manner, the EL elements can be completely blocked-off from air.

[0076]

Next, the substrate over which the EL elements are formed is exposed to a nitrogen atmosphere containing chlorine trifluoride gas, and the separation layer 802 is removed by etching. Then, the EL elements and the element formation substrate 801 are separated. Next, a plastic film 812 is stuck using an adhesive 811. In this embodiment, a polyimide film is used as the adhesive 811.

[0077]

For the EL light-emitting device manufactured according to this embodiment, the total number of required masks for photolithography is two, which is very few; consequently, high yield and low manufacturing cost can be achieved. Furthermore, as a driver circuit for inputting a signal to the anodes and the cathodes, an external IC chip or a driver circuit (stick driver) described in Japanese Published Patent Application No. H8-262474 may be used. Note that the structure of this embodiment can be combined and implemented with the structure of Embodiment 2.

[0078] [Embodiment 5]

In this embodiment, an example in which a color filter is provided in advance to a plastic substrate to be attached at the end is explained. Note that although a passive matrix EL light-emitting device is given as an example in this embodiment, this embodiment can also be applied to an active matrix EL light-emitting device.

[0079]

First, a state shown in FIG. 8(B) is obtained by following Embodiment 4. However, in this embodiment, an organic EL layer 900 that emits white color light is formed instead of the organic EL layer 807. Specifically, a material described in

Japanese Published Patent Application No. H8-96959 or Japanese Published Patent Application No. H9-63770 may be used for a light-emitting layer. Also, for separation of the glass substrate, a separation device with a structure described in FIG. 3 may be used (FIG. 9(A)).

[0080]

Then, a plastic film 904 provided in advance with a color filter (R) (color filter that extracts red color light) 901, a color filter (G) (color filter that extracts green color light) 902, and a color filter (B) (color filter that extracts blue color light) 903 is attached using an adhesive 905 made of resin.

[0081]

At this time, because each of the color filters 901 to 903 can be formed by using a combination of a spin coating method or inkjet method with a photolithography technique, or by using a printing method, they can be formed over the plastic film 904 without a problem (FIG. 9(B)).

[0082]

In the case of this embodiment, by passing white light that is emitted from the organic EL layer 900 through the color filters 901 to 903, red color light, green color light, or blue color light is extracted. With this method, there is an advantage that a manufacturing process is simplified because an organic EL layer only needs to be formed once. Note that the structure of this embodiment can be combined and implemented with the structures of Embodiments 1 to 3.

[0083] [Embodiment 6]

In the present invention, it is effective to form a carbon film, preferably a DLC (diamond-like carbon) film, over one surface or both surfaces of a substrate to which an element is fixed and/or a plastic substrate for attachment. However, it is preferable that a film thickness is 50 nm or less (preferably 10 to 20 nm) because transmittance falls if the film thickness is too thick.

[0084]

As characteristics of the DLC film, it has a Raman spectrum distribution with an asymmetrical peak at around 1550 cm^{-1} , and a shoulder at around 1300 cm^{-1} . Also, it has a characteristic of exhibiting a hardness of 15 to 25 GPa when measured by a microhardness tester. Such a DLC film has a higher degree of hardness compared to a plastic base, and it is effective to be provided as a protective film for surface protection.

[0085]

Also, the DLC film has a high passivation effect with respect to moisture or oxygen, and has a property of not allowing permeation thereof. Accordingly, it is

especially effective in the case of forming a light-emitting element that uses an organic EL layer that is weak against moisture or oxygen.

[0086]

The DLC film can be formed in advance before attaching the plastic substrate, or after attaching the plastic substrate. Either way, formation of the DLC film may use a sputtering method or an ECR plasma CVD method.

[0087]

Note that the structure of this embodiment can be combined and implemented with any of the structures of Embodiments 1 to 5.

[0088] [Embodiment 7]

Although examples of display devices using EL elements as light-emitting elements have been described in Embodiments 1, 2, and 4 to 6, the present invention can be used in an EC (electrochromics) display device, field emission display (FED), or a display device having a light-emitting diode using a semiconductor.

[0089] [Embodiment 8]

In this embodiment, a structure of a method of separating a substrate over which an element is formed that is different from the structures shown in FIGS. 1 and 2 is explained. FIGS. 10(A) to 10(C) are used for explanation.

[0090]

First, FIG. 10(A) shows an example of separating off a glass substrate used as a mother substrate when forming an element from a sample 11 in which two square substrates are attached together. Note that in the sample 11, an EL light-emitting device is formed in a unit shown by 12. For a manufacturing method of this EL light-emitting device, refer to Embodiment 1 and Embodiment 4.

[0091]

In the case of FIG. 10(A), a nozzle 13 moves in parallel along one side of the sample 11, and a fluid 14 also moves in parallel following movement of the nozzle 13. That is, a separation layer can be destroyed by the fluid 14 moving along the side of the sample 11.

[0092]

Next, in the case of FIG. 10(B), the nozzle 13 moves in parallel along one side of the sample 11, and a nozzle 15 is provided to move in parallel along a side opposite the nozzle 13. The fluid 14 and a fluid 16 also move in parallel following movements of their corresponding nozzles. That is, the separation layer can be destroyed by the fluids 14 and 16 moving along the two sides in a manner that sandwiches the sample 11. This contributes to improvement in throughput.

[0093]

Note that in the case in FIG. 10(B), nozzles may be provided to three sides or four sides instead of two sides, and in the case of providing to two sides, they may be provided to sides that are adjacent to each other.

[0094]

Next, in the case of FIG. 10(C), a nozzle 17 has a spraying opening that has about the same length as one side of the sample 11. That is, because a fluid 18 can be sprayed to one entire side of the sample 11 without moving the nozzle, it is not necessary to provide a movement mechanism of the nozzle. This contributes to reduction in size of the separation device.

[0095]

Note that although in figures in FIG. 10(A) to (C) a structure of providing one nozzle per one side is shown, a nozzle with two or more spraying openings can be used per one side.

[0096] [Embodiment 9]

A display device formed by implementing the present invention can be used in display portions of a variety of electrical apparatuses. As such electrical apparatuses, a video camera, a digital camera, a goggle-type display (head-mounted display), a car navigation system, a car audio system, a laptop computer, a game machine, a portable information terminal (portable computer, portable phone, portable game machine, or an electronic book), an image reproducing apparatus provided with a recording medium (specifically, an apparatus that reproduces the recording medium and that which is provided with a display that can display the image), and the like can be given. Specific example of these electrical apparatuses are shown in FIG. 11.

[0097]

FIG. 11(A) is a digital camera that includes a main body 2001, a display portion 2002, an eye piece portion 2003, and an operation switch 2004. The display device of the present invention can be used in the display portion 2002.

[0098]

FIG. 11(B) is a portion (right half) of a head-mounted EL display that includes a main body 2101, signal cables 2102, a head fixation band 2103, a display portion 2104, an optical system 2105, and a display device 2106. The present invention can be used for the display device 2106.

[0099]

FIG. 11(C) is a portable (mobile) computer that includes a main body 2301, a display portion 2302, an image receiving portion 2303, an operation switch 2304, and a

memory slot 2305. The display device of the present invention can be used in the display portion 2302. This portable computer can record information in a recording medium in which flash memory and non-volatile memory are integrated, and reproduce the information.

[0100]

FIG. 11(D) is an electronic book (portable book) that includes a main body 2401, a display portion 2402, and an operation switch 2403. The display device of the present invention can be used in the display portion 2402. Also, a slot for inserting a recording medium in this electronic book can be provided.

[0101]

Note that in the case of using an EL light-emitting device in a display portion, it is desirable that information is displayed so that a light-emitting portion is made to be small as much as possible because the light-emitting portion in the EL light-emitting device is where power is consumed. Accordingly, in the case of using an EL light-emitting device in a display portion of a portable information terminal, particularly in a display portion mainly for character information such as a that of a portable phone or an electronic book, it is desirable to drive the portable information terminal so that the character information is formed by the light-emitting portion with a non light-emitting portion as a background.

[0102]

Here, FIG. 11(E) is a portable phone that includes a main body 2501, an audio output portion 2502, an audio input portion 2503, a display portion 2504, an operation switch 2505, and an antenna 2506. The display device of the present invention can be used in the display portion 2504. Note that in the case of using an EL light-emitting device in the display portion 2504, power consumption of the portable phone can be suppressed by displaying white letters on a black background.

[0103]

In the above manner, application range of the present invention is extremely wide, and the present invention can be used in electrical apparatuses of a variety of fields. Further, electrical apparatuses of this embodiment can be obtained by using a display device formed by freely combining structures of Embodiments 1 to 7.

[0104]

[Effect of the Invention]

In the present invention, because a substrate with a higher heat resistance than plastic is used as a mother substrate in manufacturing steps of an active element such as a semiconductor element or an MIM element, an active element with a favorable

electrical characteristic can be manufactured. Further, the previously-mentioned mother substrate is separated off after forming the active element and a light-emitting element or liquid crystal element, and a plastic substrate is attached as a support substrate.

[0105]

Accordingly, a display device with a plastic substrate as a support substrate that is also high performance can be manufactured. Furthermore, because the support substrate is plastic, the display device can be flexible as well as thin and light-weight.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] A cross-section view of a step separating off a substrate;

[FIG. 2] A top view of a step separating off a substrate;

[FIG. 3] A schematic view of a separation device used in the present invention;

[FIG. 4] Figures showing manufacturing steps of an EL light-emitting device;

[FIG. 5] Figures showing manufacturing steps of an EL light-emitting device;

[FIG. 6] Figures showing an top-view structure and a circuit configuration of an EL light-emitting device;

[FIG. 7] Figures showing manufacturing steps of a liquid crystal display device;

[FIG. 8] Figures showing manufacturing steps of an EL light-emitting device;

[FIG. 9] Figures showing manufacturing steps of an EL light-emitting device;

[FIG. 10] Top view of a step separating off a substrate; and

[FIG. 11] Figures showing examples of electrical apparatuses.

[FIG. 1] 101: glass substrate; 102: separation layer; 103: insulating film; 104: element; 105: sealant; 106: plastic substrate; 107: nozzle; 108: fluid.

[FIG. 2(A)] 107: nozzle; 108: fluid; 201: sample.

[FIG. 2(B)] 107: nozzle; 108: fluid; 203: sample.

[FIG. 3] 301: sample; 302: substrate holder; 303: substrate holder; 304: bearing; 305: bearing; 306: support base; 307: motor; 308: bearing; 309: bearing; 310: support base; 311: compression spring; 315: pump; 316: nozzle; 317: fluid.

[FIG. 9(A)] 900: organic EL layer.

[FIG. 9(B)] 901: color filter (R); 902: color filter (G); 903: color filter (B); 904: plastic film; 905: adhesive; red color light; green color light; blue color light.

[FIG. 10(A)] 11: sample; 13: nozzle; 14: fluid.

[FIG. 10(B)] 11: sample; 13: nozzle; 14: fluid; 15: nozzle; 16: fluid.

[FIG. 10(C)] 11: sample; 17: nozzle; 18: fluid.

[FIG. 11(A)] 2001: main body; 2002: display portion; 2003: eye piece portion; 2004: operation switch.

[FIG. 11(B)] 2101: main body; 2102: signal cables; 2103: fixation band; 2104: display portion; 2105: optical system; 2106: electro-optic device.

[FIG. 11(C)] 2301: main body; 2302: display portion; 2303: image receiving portion; 2304: operation switch; 2305: memory slot.

[FIG. 11(D)] 2401: main body; 2402: display portion; 2403: operation switch.

[FIG. 11(E)] 2501: main body; 2502: audio output portion; 2503: audio input portion; 2504: display portion; 2505: operation switch; 2506: antenna.

Continued from Front Page

(51) Int.Cl. ⁷	Identification Symbol	FI	Theme Code (reference)
G09F 9/30	338	G09F 9/30	338
	365		365Z
H01L 29/786		H05B 33/10	
21/336		33/14	A
H05B 33/10		H01L 29/78	626C
33/14			627D

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-331120
(P2001-331120A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコト* (参考)
G 0 9 F 9/00	3 3 8	G 0 9 F 9/00	3 3 8
G 0 2 F 1/13	1 0 1	G 0 2 F 1/13	1 0 1
	1/1333		5 0 0
	1/1335		5 0 5
G 0 9 F 9/30	3 1 0	G 0 9 F 9/30	3 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-72959 (P2001-72959)
(22) 出願日 平成13年3月14日 (2001.3.14)
(31) 優先権主張番号 特願2000-71673 (P2000-71673)
(32) 優先日 平成12年3月15日 (2000.3.15)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

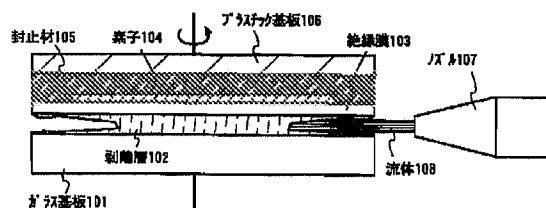
(71) 出願人 000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地
(72) 発明者 山崎 舜平
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 表示装置の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 プラスチック基板を用いて高性能な表示装置を作製するための技術を提供する。

【解決手段】 ガラス基板101上に剥離層102を形成し、さらにその上に発光素子104を形成した後、発光素子104の上に封止材105によりプラスチック基板106を貼り合わせる。この状態で剥離層102の露出面に対して高圧に加圧された流体108を吹きつけ、剥離層102を崩壊させる。これによりガラス基板101と絶縁膜103を分離し、その後、プラスチック基板を絶縁膜103に貼り合わせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の基板上に剥離層を形成し、該剥離層の上に絶縁膜を形成し、該絶縁膜の上方に受動素子を形成し、該受動素子の上方に第2の基板を貼り合わせ、該第2の基板を貼り合わせた後に前記剥離層に対して流体を噴射することにより前記第1の基板と前記絶縁膜とを分離し、前記絶縁膜にプラスチックからなる第3の基板を貼り合わせることを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項2】第1の基板上に剥離層を形成し、該剥離層の上に絶縁膜を形成し、該絶縁膜の上方に能動素子を形成し、該能動素子に電氣的に接続する受動素子を形成し、該受動素子の上方に第2の基板を貼り合わせ、該第2の基板を貼り合わせた後に前記剥離層に対して流体を噴射することにより前記第1の基板と前記絶縁膜とを分離し、前記絶縁膜にプラスチックからなる第3の基板を貼り合わせることを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項3】請求項1または請求項2において、前記剥離層は非晶質シリコン膜を陽極化成することにより形成されることを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項4】請求項1乃至請求項3のいずれかにおいて、前記剥離層は多孔質シリコン膜であることを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項5】請求項1乃至請求項4のいずれかにおいて、前記受動素子は発光素子もしくは液晶素子であることを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項6】請求項1乃至請求項5のいずれかにおいて、前記流体は圧力が加えられた液体もしくは気体であることを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項7】請求項1乃至請求項6のいずれかにおいて、前記第2の基板はプラスチックであることを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項8】請求項1乃至請求項7のいずれかにおいて、前記第3の基板に予めカラーフィルターを形成する工程を含むことを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項9】請求項1乃至請求項8のいずれかにおいて、前記第2の基板もしくは前記第3の基板に炭素膜を形成する工程を含むことを特徴とする表示装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電極間に発光性材料を挟んだ素子（以下、発光素子という）を有する装置（以下、発光装置という）もしくは電極間に液晶を挟んだ素子（以下、液晶素子という）を有する装置（以下、液晶表示装置という）の作製方法に関する。なお、有機ELディスプレイや有機発光ダイオード（OLED: Organic Light Emitting Diode）は本発明の発光装置に含まれる。

【0002】また、本明細書中では、発光装置及び液晶表示装置を総称して表示装置（電気光学装置）と呼ぶ。

【0003】また、本発明に用いることのできる発光性材料は、一重項励起もしくは三重項励起または両者の励起を経由して発光（燐光および／または蛍光）するすべての発光性材料を含む。

【0004】

【従来の技術】近年、EL（Electro Luminescence）が得られる発光性材料（以下、EL材料という）を利用した発光素子（以下、EL素子という）を用いた発光装置（以下、EL発光装置という）の開発が進んでいる。EL発光装置は、陽極と陰極との間にEL材料を挟んだ構造のEL素子を有した構造からなる。この陽極と陰極との間に電圧を加えてEL材料中に電流を流することによりキャリアを再結合させて発光させる。即ち、EL発光装置は発光素子自体に発光能力があるため、液晶表示装置に用いるようなバックライトが不要である。さらに視野角が広く、軽量であり、且つ、低消費電力という利点をもつ。

【0005】このようなEL発光装置を利用したアプリケーションは様々なものが期待されているが、特にEL発光装置の厚みが薄いこと、従って軽量化が可能であることにより携帯機器への利用が注目されている。そのため、フレキシブルなプラスチックフィルムの上に発光素子を形成することが試みられている。

【0006】しかしながら、プラスチックフィルムの耐熱性が低いためプロセスの最高温度を低くせざるを得ず、結果的にガラス基板上に形成する時ほど良好な電気特性のTFTを形成できないのが現状である。そのため、プラスチックフィルムを用いた高性能な表示装置は実現されていない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本願発明はプラスチック支持体（可撓性のプラスチックフィルムもしくはプラスチック基板を含む。）を用いて高性能な表示装置を作製するための技術を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、プラスチックに比べて耐熱性のある基板（ガラス基板、石英基板、シリコン基板、金属基板もしくはセラミックス基板）の上に必要な素子を形成し、後にそれらの素子を室温の処理によりプラスチック基板（プラスチックフィルムも含む）に移すことを特徴とする。

【0009】なお、前記必要な素子とは、アクティブマトリクス型の表示装置ならば画素のスイッチング素子として用いる半導体素子（典型的にはTFT）もしくはMIM素子並びに発光素子もしくは液晶素子を指す。また、パッシブ型の表示装置ならば発光素子もしくは液晶素子を指す。なお、本明細書中では半導体素子やMIM素子を能動素子と呼び、発光素子や液晶素子を受動素子と呼ぶ。

【0010】また、プラスチック基板としてはポリイミ

ド、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、PES（ポリエチレンサルファイド）、PC（ポリカーボネート）、PET（ポリエチレンテレフタレート）もしくはPEN（ポリエチレンナフタレート）からなる基板もしくはフィルムを用いることができる。

【0011】本発明では上記素子を剥離層の上に形成しておき、後にその剥離層に向けて流体を吹きつけることにより素子が形成された基板を分離し、新たにプラスチック基板を貼り付けることを特徴としている。剥離層としては、多孔質シリコン層又は水素、酸素、窒素もしくは希ガスを添加したシリコン層を用いる。

【0012】また、流体の吹きつけ方法としては、高圧の水流をノズルから噴射して吹きつける方法（ウォータージェット法と呼ばれる）や高圧のガス流を噴射して吹きつける方法を用いることができる。このとき、水の代わりに有機溶媒、酸性溶液もしくはアルカリ性溶液を用いても良い。また、ガスとしては空気、窒素ガス、炭酸ガスもしくは希ガスをを用いても良いし、これらのガスをプラズマ化したものであっても良い。

【0013】これらの流体を剥離層に吹きつけると、剥離層が脆性により崩壊するか化学的に除去される。これにより素子が形成された基板と、その素子の下地として設けられていた絶縁膜とが分離されることになる。剥離層の崩壊により分離させた場合、残存した剥離層は改めてエッチングにより除去すれば良い。

【0014】こうして素子の下地となる絶縁膜を露出させ、新しくプラスチックからなる基板もしくはフィルムを貼り付ける。貼り付ける際には、光硬化性樹脂、熱硬化性樹脂もしくはエポキシ系樹脂を接着剤として用いることができる。

【0015】以上のように、本発明ではまずプラスチックよりも耐熱性の高い基板（素子形成基板）上に半導体素子やMIM素子といった能動素子もしくは発光素子や液晶素子といった受動素子を形成し、最後に前記素子形成基板をプラスチックからなる基板に貼り替える。その貼り替えの際に高圧水もしくは高圧ガスをを用いて基板の分離を行う点に特徴がある。

【0016】また、高圧の流体を複合部材の側面に吹きつけて該複合部材を分離する手段およびそのための装置として、特開平11-45840号公報、特開平11-5064号公報、特開平11-195563号公報、特開平11-195568号公報、特開平11-195569号公報、特開平11-195570号公報を本発明に引用することは可能である。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の概略図であり、101はガラス基板、102は剥離層、103は下地となる絶縁膜、104は絶縁膜103上に形成された素子、105は樹脂からなる絶縁膜、106はプラスチックフィルムである。

【0018】ガラス基板101は石英基板、金属基板もしくはセラミックス基板であっても良い。また、剥離層102はここでは多孔質シリコン膜を用いるが、水素、酸素、窒素もしくは希ガスを添加したシリコン層であっても良い。多孔質シリコン膜を用いる場合、非晶質シリコン膜もしくは多結晶シリコン膜を陽極化成処理により多孔質化して用いれば良い。なお、剥離層102の膜厚は0.1~900 μ m（好ましくは0.5~10 μ m）で良い。

【0019】また、絶縁膜103は珪素を含む絶縁膜を用いれば良い。珪素を含む絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜もしくは炭化シリコン膜を用いることができる。さらにその上に形成される素子104は半導体素子やMIM素子などの能動素子と発光素子や液晶素子などの受動素子を組み合わせたものであっても良いし、発光素子や液晶素子であっても良い。

【0020】樹脂からなる絶縁膜105は素子104を外気から保護するための封止材としての役割とプラスチックフィルム106を貼り付ける接着材としての役割の両方を持つ。代表的には紫外線硬化樹脂を用いれば良い。また、プラスチックフィルム106の代わりにガラス基板を用いても良い。

【0021】以上のような構造を含む表示装置を、中心を軸にして矢印のように回転させ、さらにノズル107から流体108を噴射させる。ノズル107からは $1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^9$ Pa（好ましくは $3 \times 10^7 \sim 5 \times 10^8$ Pa）の圧力が加わった流体が噴射されて剥離層102の側面に吹きつけられる。流体108は試料が回転しているため剥離層102の露出面に沿って吹きつけられていく。その衝撃により剥離層102は崩壊もしくは除去され、ガラス基板101と絶縁膜103とが分離される。

【0022】なお、流体108は水、有機溶媒、酸性溶液もしくはアルカリ性溶液といった液体を用いても良い、空気、窒素ガス、炭酸ガスもしくは希ガスといった気体を用いても良い。さらにこれらのガスをプラズマ化したものであっても良い。

【0023】図1の状態を上面から見ると図2に示ようになる。なお、図2（A）は素子を形成する母体基板として丸い基板を用いた試料201であり、試料201には202で示される単位で表示装置が形成されている。これは一枚の基板から複数の表示装置を作製する場合の例である。また、同様に図2（B）は四角い基板を用いた試料203であり、試料203には204で示される単位で表示装置が形成されている。

【0024】このとき、ノズル107の噴出口は長楕円形状もしくは長方形状となっており、流体108の断面形状はノズルの形状とほぼ一致している。円形状や四角形状としても構わないが、長楕円形状もしくは長方形状

とした方が処理効率は高い。

【0025】また、ここではノズルを一つしか図示していないが、二つ以上のノズルを設けても良い。その際、基板の一边に対して複数並べて設けても良いし、基板の各辺ごとに一つ乃至複数のノズルを設けても良い。

【0026】次に、本発明において流体108を噴射する装置（以下、分離装置という）の概略の構造を図3に示す。図3に示す分離装置では図1に示すような構造を含む試料301が基板保持体302、303により保持されている。基板保持体302、303は各々真空吸着により試料301を保持している。

【0027】また、基板保持体302、303は互いに同一回転軸上に配置され、回転しうるように設けられている。また、基板保持体302はベアリング304、305に嵌合されて支持台306に支持される。さらに、基板保持体302はモータ307に連結されており、回転スピードの調節が行えるようになっている。

【0028】一方、基板保持体303はベアリング308、309に嵌合されて支持台310に支持される。また、基板保持体303は圧縮バネ311により右方向に引っ張られた状態となっており、その力と基板保持体303の吸着力とを釣り合わせることで試料301を保持している。

【0029】この状態でポンプ315からノズル316へと高圧の流体が送り込まれ、この流体317が試料301の内部に設けられた剥離層102に向けて噴射される構成となっている。流体317が噴射されている間、基板保持体302、303は試料301を挟んだまま回転する。

【0030】こうして剥離層102に流体317が吹きつけられると剥離層102の崩壊が始まり、ガラス基板101とプラスチック基板106との間が徐々に押し広げられていく。さらに、圧縮バネ311により基板保持体303には右方向への力が加わっているため、剥離層102の崩壊が進むと最終的にはガラス基板101とプラスチック基板106とが分離される。

【0031】なお、本発明の実施の形態では、試料301を回転させる例を示しているが、ノズル316が試料301の側面に沿って回転し、高圧の流体を噴射する構成とすることも可能である。

【0032】

【実施例】〔実施例1〕本実施例ではEL発光装置の画素部の作製工程について図4、5を用いて説明する。また、本実施の形態によって作製される画素の上面図を図6に示す。なお、図6に用いた符号は図4、5で用いた符号に対応している。

【0033】まずガラス基板401上に多孔質シリコン膜からなる剥離層402を1 μ mの厚さに形成する。多孔質シリコン膜は非晶質シリコン膜を成膜して、該非晶質シリコン膜を、フッ酸：水：エタノールを1：1：1

の割合で混合した溶液中で陽極化成処理を行って形成すれば良い。

【0034】次に、剥離層402の上に下地膜403として窒化酸化シリコン膜を200nmの厚さに形成する。下地膜403の形成は減圧熱CVD法、プラズマCVD法、スパッタ法もしくは蒸着法を用いれば良い。

【0035】次に、下地膜103の上に後に結晶質シリコン膜404を50nmの厚さに形成する。結晶質シリコン膜404の形成方法としては公知の手段を用いることが可能である。固体レーザーもしくはエキシマレーザーを用いて非晶質シリコン膜をレーザー結晶化させても良いし、非晶質シリコン膜を加熱処理（ファーンズアニール）により結晶化させても良い。

【0036】次に、図4（B）に示すように、結晶質シリコン膜404をパターニングしてパターン化した結晶質シリコン膜405、406を形成する。そしてパターン化した結晶質シリコン膜を覆って酸化シリコン膜からなるゲート絶縁膜407を80nmの厚さに形成する。さらに、ゲート絶縁膜407の上にゲート電極408、409を形成する。本実施例ではゲート電極408、409の材料として、350nm厚のタングステン膜もしくはタングステン合金膜を用いる。勿論、ゲート電極の材料としては他の公知の材料を用いることができる。

【0037】そして、ゲート電極408、409をマスクとして周期表の13族に属する元素（代表的にはボロン）を添加する。添加方法は公知の手段を用いれば良い。こうしてp型の導電型を示す不純物領域（以下、p型不純物領域という）410～414が形成される。また、ゲート電極の直下にはチャンネル形成領域415～417が画定する。なお、p型不純物領域410～414はTFTのソース領域もしくはドレイン領域となる。

【0038】次に、図4（C）に示すように、窒化シリコン膜418を50nmの厚さに形成し、その後、加熱処理を行って添加された周期表の13族に属する元素の活性化を行う。この活性化はファーンズアニール、レーザーアニールもしくはランプアニールにより行うか、又はそれらを組み合わせて行えば良い。本実施例では500℃4時間の加熱処理を窒素雰囲気で行う。

【0039】活性化が終了したら、水素化処理を行うと効果的である。水素化処理は公知の水素アニール技術もしくはプラズマ水素化技術を用いれば良い。

【0040】次に、図4（D）に示すように、酸化シリコン膜からなる第1層間絶縁膜419を800nmの厚さに形成し、コンタクトホールを形成して配線420～423を形成する。第1層間絶縁膜419としては他の無機絶縁膜を用いても良いし、樹脂（有機絶縁膜）を用いても良い。本実施の形態では配線420～423としてチタン／アルミニウム／チタンの三層構造からなる金属配線を用いる。勿論、導電膜であれば如何なる材料を用いても良い。配線420～423はTFTのソース配

線もしくはドレイン配線となる。

【0041】この状態でスイッチング用TFT501及び電流制御用TFT（駆動用TFT）502が完成する。本実施の形態ではどちらのTFTもpチャネル型TFTで形成される。但し、スイッチング用TFT501はゲート電極がパターン化された結晶質シリコン膜をニカ所で横切るように形成されており、二つのチャネル形成領域が直列に接続された構造となっている。このような構造とすることでオフ電流値（TFTがオフされた時に流れる電流）を抑制することができる。

【0042】また、同時に図6（B）に示すように保持容量601が形成される。保持容量601は活性層と同時に形成された半導体層602、ゲート絶縁膜407及びゲート電極409で形成される下側保持容量と、ゲート電極409、第1層間絶縁膜419及び配線423で形成される上側保持容量とで形成される。また、半導体層602は配線423と電気的に接続されている。

【0043】次に、図4（E）に示すように、酸化物質導電膜（本実施例では酸化亜鉛に酸化ガリウムを添加した導電膜）を100nmの厚さに形成し、パターニングにより画素電極424を形成する。このとき、配線422と画素電極424とはオーミック接触をする。従って、画素電極424と電流制御用TFT502とは電気的に接続される。また、画素電極424はEL素子の陽極として機能する。

【0044】画素電極424を形成したら、酸化シリコン膜からなる第2層間絶縁膜425を300nmの厚さに形成する。そして、開口部426を形成し、70nm厚の有機EL層427及び300nm厚の陰極428を蒸着法により形成する。本実施例では有機EL層427として20nm厚の正孔注入層及び50nm厚の発光層を積層した構造を用いる。勿論、発光層に正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、正孔阻止層もしくは電子阻止層を組み合わせた公知の他の構造を用いても良い。

【0045】本実施例では、正孔注入層としてCuPc（銅フタロシアニン）を用いる。この場合、まず全ての画素電極を覆うように銅フタロシアニンを形成し、その後、赤色、緑色及び青色に対応する画素ごとに各々赤色の発光層、緑色の発光層及び青色の発光層を形成する。形成する領域の区別は蒸着時にシャドーマスクを用いて行えば良い。このようにすることでカラー表示が可能となる。

【0046】なお、本実施例では緑色の発光層の母体材料としてAlq₃（トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体）を用い、キナクリドンもしくはクマリン6をドーパントとして添加する。また、赤色の発光層の母体材料としてAlq₃を用い、DCJT、DCM1もしくはDCM2をドーパントとして添加する。また、青色の発光層の母体材料としてBA1q₃（2-メチル-8-

キノリノールとフェノール誘導体の混合配位子を持つ5配位の錯体）を用い、ペリレンをドーパントとして添加する。

【0047】勿論、本願発明では上記有機材料に限定する必要はなく、公知の低分子系有機EL材料、高分子系有機EL材料もしくは無機EL材料を用いることが可能である。高分子系有機EL材料を用いる場合は塗布法を用いることもできる。

【0048】以上のようにして、画素電極（陽極）424、有機EL層427及び陰極428からなるEL素子（図6（B）において602で示される）が形成される。本実施例ではこのEL素子が発光素子として機能する。

【0049】次に、図5（A）に示すように、封止材429によりプラスチック基板430を貼り合わせる。本実施例ではプラスチック基板430として可撓性のプラスチックフィルムを用いる。また、封止材429としては、樹脂からなる絶縁膜を用いることができ、本実施例ではポリイミドを用いる。そのほかにもアクリル樹脂、ポリアミドもしくはエポキシ樹脂を用いても良い。

【0050】図5（A）のプロセスを行うことによりEL素子を完全に大気から遮断することができる。これにより酸化による有機EL材料の劣化をほぼ完全に抑制することができ、EL素子の信頼性を大幅に向上させることができる。

【0051】次に、図5（B）に示すように、EL素子の形成された基板からガラス基板101を分離する。この分離工程は、図1～3に説明した本発明の分離装置を用いて行えば良い。本実施例では、長楕円形状のノズルから3×10⁷Paの圧力で水流を噴射し、剥離層402を崩壊させる。その後、下地膜403に残存した剥離層402をフッ酸と過酸化水素水との混合溶液で除去する。この溶液は多孔質シリコン膜からなる剥離層402を選択的に除去することが可能である。

【0052】こうしてプラスチック基板430にTFT及びEL素子に移したら、図5（C）に示すように、接着剤431を形成し、プラスチックフィルム432を貼り合わせる。接着剤431としては樹脂からなる絶縁膜（代表的にはポリイミド、アクリル、ポリアミドもしくはエポキシ樹脂）を用いても良いし、無機絶縁膜（代表的には酸化シリコン膜）を用いても良い。

【0053】こうしてガラス基板401からプラスチックフィルム432へとTFT及びEL素子に移される。その結果、二枚のプラスチックフィルム430、432によって挟まれたフレキシブルなEL発光装置を得ることができる。

【0054】なお、本実施例において、このように発光素子の上に設けた支持用のプラスチックフィルム430と貼り合わせ用のプラスチックフィルム432を同一材料とした理由は熱膨張係数を揃えるためである。熱膨張係

数が等しいと、温度変化による基板の応力歪みのバランスがとれ、発光素子に与える影響を抑制することができるので好ましい。

【0055】また、本実施例により作製されたEL発光装置は、フォトリソグラフィに必要なマスク枚数がトータルで6枚と非常に少なく、高い歩留まりと低い製造コストを達成することができる。また、こうして形成されたEL発光装置は、プラスチック基板の耐熱性に制限されることなく形成されたTF Tを能動素子として用いることができるので高性能なものとして用いることができる。

【0056】なお、本実施例では、TF Tの例としてトップゲート構造のTF T（具体的にはプレーナ型TF T）を示したが、ボトムゲート構造のTF T（典型的には逆スタガ型TF T）としても良い。

【0057】〔実施例2〕実施例1において、ゲート電極を形成するところまでの作製工程として本出願人による特開平9-312260号公報、特開平10-247735号公報、特開平10-270363号公報もしくは特開平11-191628号公報のいずれかに記載の発明を用いることは有効である。

【0058】上記公報に記載された技術はいずれも非常に高い結晶性を有する結晶質シリコン膜を形成するための技術であり、これらの技術を用いることで高性能なTF Tを形成することが可能である。これらの技術はいずれも550℃以上の加熱処理を含むが、本発明の技術を用いることで、素子形成基板として耐熱性の低いプラスチック基板を用いることが可能となる。

【0059】なお、本実施例の構成は、実施例1の構成と自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0060】〔実施例3〕本実施例では本発明を液晶表示装置に用いた場合の例について説明する。説明には図7を用いる。

【0061】図7（A）において、701はガラス基板、702は非晶質シリコン層に $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17}$ atoms/cm³の濃度で水素を含む剥離層、703は窒化酸化シリコン膜からなる下地膜、704は画素TF Tである。画素TF T 704は実施例1に説明した工程に従って作製されたpチャネル型TF Tであり、本実施例では液晶に加えられる電圧を制御するためのスイッチング素子として用いる。また、705は画素TF T 704に電気的に接続された酸化物導電膜からなる画素電極である。

【0062】以上に説明した構造までは実施例1で説明した作製工程に従えば良い。勿論、TF Tの構造はボトムゲート型（代表的には逆スタガ型）とすることも可能であり、TF Tの作製工程を実施例1の工程に限定する必要はない。

【0063】画素TF T 704及び画素電極705を形成したら、樹脂からなる配向膜706を形成する。配向膜706は印刷法により形成すれば良い。また、膜厚は

60 nmとする。

【0064】次に、プラスチックフィルムからなる対向基板707を用意し、その上にスパッタ法によりチタンからなる遮光膜708を120 nmの厚さに、酸化物導電膜からなる対向電極709を110 nmの厚さに形成する。その上には配向膜710を60 nmの厚さに形成する。

【0065】次に、TF Tの形成された基板側の配向膜706の上にシール材（図示せず）をディスペンサー等の手段により形成し、配向膜706と対向基板側の配向膜710とを向かい合わせて貼り合わせ、加圧プレスして接着する。さらに、シール材に囲まれた領域に真空注入法を用いて液晶711を注入し、シール材の注入口を樹脂で塞いで液晶素子（液晶セルと言っても良い）を完成させる。これらの工程は公知の液晶セルの作製工程を実施すれば良い。このとき、シール材としてはポリイミド、アクリルもしくはエポキシ樹脂を用いる。このシール剤は図5（A）の封止材429と同様に接着剤としての役割を果たす。

【0066】次に、図7（B）に示すように、液晶素子の形成された基板からガラス基板701を分離する。この分離工程は、図1～3に説明した本発明の分離装置を用いて行えば良い。本実施例では、長楕円形状のノズルから 5×10^7 Paの圧力で水流を噴射し、剥離層702を崩壊させる。

【0067】その後、下地膜703に残存した剥離層702を、フッ化ハロゲンを含むガス中で除去する。フッ化ハロゲンを含むガスとしては、窒素ガスと三フッ化塩素ガスを混合させたガスを用いる。この処理は室温で行うことができる。

【0068】こうして最終的には剥離層702が完全に除去され、窒化酸化シリコン膜からなる下地膜703が露呈する。そして最後に、アクリル膜からなる接着剤712を用いてプラスチックフィルム713を接着する。

【0069】以上のように、本発明を液晶表示装置に用いる場合は液晶の注入工程までを完了させて一旦液晶表示装置を完成させ、その後に対向基板で素子を固定しつつ剥離層の除去工程を行うことができる。そのため、特に煩雑な工程を増やすことなく、高性能なTF Tをプラスチック基板の上に形成できる。なお、本実施例の構成に実施例2の構成を組み合わせて実施することは可能である。

【0070】〔実施例4〕本実施例では本発明を単純マトリクス型EL発光装置に用いた場合の例について説明する。説明には図8を用いる。

【0071】図8（A）において、801はガラス基板、802は多孔質シリコン膜からなる剥離層、803は酸化シリコン膜からなる下地膜、804は第1のストライプ電極であり、本実施例では酸化物導電膜からなる陽極である。この陽極804は紙面と平行な方向にスト

ライブ状に複数本形成されている。

【0072】陽極804上には素子分離用絶縁膜805及び樹脂膜からなるバンク806がストライブ状に複数本形成される。なお、このバンク806は二層の樹脂膜を積層して形成されており、上層側よりも下層側の方が内側に狭い形状となっている。このような構造は二層の樹脂膜のエッチングレートの差を利用して形成することができる。

【0073】これらは前述の陽極804と直交するように形成される。こうして素子分離用絶縁膜805及び樹脂膜からなるバンク806を形成したら、有機EL層807、第2のストライブ電極（本実施例では金属膜からなる陰極）808を蒸着法により形成する。陰極808はバンク806によってストライブ状に分離されて形成されるため、陽極804と直交するように形成される。

【0074】この時、陽極804、有機EL層807及び陰極808で形成されるコンデンサがEL素子となる。勿論、陽極804、有機EL層807及び陰極808の形成方法もしくは形成材料は公知のものを用いることができる。

【0075】EL素子が形成されたら、封止材（本実施例ではアクリル樹脂）809を用いてプラスチックフィルム810を接着する。こうしてEL素子が完全に大気から遮断された状態とすることができる。

【0076】次に、EL素子の形成された基板を、三フッ化塩素ガスを含む窒素雰囲気中に曝し、剝離層802をエッチングして除去する。そして、EL素子と素子形成基板801とを分離させる。次に、接着剤811を用いてプラスチックフィルム812を接着する。本実施例では接着剤811としてポリイミド膜を用いる。

【0077】本実施例により作製されたEL発光装置は、フォトリソグラフィに必要なマスク枚数がトータルで2枚と非常に少なく、高い歩留まりと低い製造コストを達成することができる。また、陽極および陰極に信号を入力する駆動回路として外付けのICチップや特開平8-262474号公報に記載された駆動回路（スティックドライバ）を用いても構わない。また、本実施例の構成は実施例2と組み合わせて実施することも可能である。

【0078】〔実施例5〕本実施例では最後に貼り合わせるプラスチック基板に予めカラーフィルタを設けておく例を示す。なお、本実施例ではパッシブマトリクス型EL発光装置を例に挙げているが、アクティブマトリクス型EL発光装置に対して実施することも可能である。

【0079】まず実施例4に従って図8（B）の状態を得る。但し、本実施例では有機EL層807の代わりに白色発光の有機EL層900を形成する。具体的には、発光層として、特開平8-96959号公報または特開平9-63770号公報に記載された材料を用いれば良い。また、ガラス基板の分離には図3で説明した構成の

分離装置を用いれば良い。（図9（A））

【0080】そして、予めカラーフィルタ（R）（赤色光を抽出するカラーフィルタ）901、カラーフィルタ（G）（緑色光を抽出するカラーフィルタ）902及びカラーフィルタ（B）（青色光を抽出するカラーフィルタ）903を設けたプラスチックフィルム904を、樹脂からなる接着剤905を用いて貼り合わせる。

【0081】このとき、各カラーフィルタ901～903はスピンコート法もしくはインクジェット法とフォトリソグラフィ技術との組み合わせまたは印刷法を用いて形成することができるため、問題なくプラスチックフィルム904上に形成することができる。（図9（B））

【0082】本実施例の場合、有機EL層900から発した白色光をカラーフィルタ901～903に通すことで、赤色光、緑色光もしくは青色光を抽出する。この方式では有機EL層を1回形成すれば良いので製造プロセスが簡単になるという利点が得られる。なお、本実施例の構成は、実施例1～実施例3の構成と組み合わせて実施することも可能である。

【0083】〔実施例6〕本発明において、素子を固定するための基板及び／又は貼り合わせのためのプラスチック基板の片面もしくは両面に炭素膜、好ましくはDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜を形成しておくことは有効である。但し、膜厚が厚すぎると透過率が落ちるので、膜厚は50nm以下（好ましくは10～20nm）とすることが好ましい。

【0084】DLC膜の特徴としては、 1550 cm^{-1} くらいに非対称のピークを有し、 1300 cm^{-1} くらいに肩をもつラマンスペクトル分布を有する。また、微小硬度計で測定した時に15～25GPaの硬度を示すという特徴をもつ。このようなDLC膜はプラスチック支持体に比べて硬度が大きく、表面保護のための保護膜として設けておくことが有効である。

【0085】また、DLC膜は水分や酸素に対するバンプンション効果が高く、これらを透過しない性質を持っている。そのため、水分や酸素に弱い有機EL層を用いた発光素子を形成する場合には、特に有効である。

【0086】DLC膜は、プラスチック基板を貼り付ける前に予め成膜しておくこともできるし、プラスチック基板を貼り付けた後に成膜することも可能である。いずれにしてもDLC膜の成膜はスパッタ法もしくはECRプラズマCVD法を用いれば良い。

【0087】なお、本実施例の構成は実施例1～5のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

【0088】〔実施例7〕実施例1、2、4～6では発光素子としてEL素子を用いた表示装置を例にして説明してきたが、本発明はEC（エレクトロクロミクス）表示装置、フィールドエミッションディスプレイ（FED）または半導体を用いた発光ダイオードを有する表示

装置に用いることも可能である。

【0089】〔実施例8〕本実施例では、図1、図2に示した構成とは異なる構成により素子が形成された基板を分離する方法について説明する。説明には図10(A)～図10(C)を用いることとする。

【0090】まず、図10(A)は角基板を2枚貼り合わせた試料11から素子を形成する際に母体基板として用いたガラス基板を分離する例を示す。なお、試料11には12で示される単位でEL発光装置が形成されている。このEL発光装置の作製方法に関しては実施例1、実施例4を参考にすれば良い。

【0091】図10(A)の場合、ノズル13が試料11の一辺に沿って平行に移動し、その動きに従って流体14も平行に移動する。即ち、試料11の一辺に沿って流体14が移動することにより剥離層を崩壊させることができる。

【0092】次に、図10(B)の場合、ノズル13が試料11の一辺に沿って平行に移動し、かつ、ノズル15がノズル13に対向する一辺に沿って平行に移動するように設けられている。そして、各々のノズルの動きに従って流体14、16も平行に移動する。即ち、試料11を挟むように、二辺に沿って流体14、16が移動することにより剥離層を崩壊させることができる。このことはスルーブットの向上に寄与する。

【0093】なお、図10(B)の場合において、ノズルは二辺だけでなく、三辺もしくは四辺に設けられても良いし、二辺に設ける場合においても、隣接する辺に設ける構成としても良い。

【0094】次に、図10(C)の場合、ノズル17が試料11の一辺とほぼ同じ長さの噴射口を有している。即ち、ノズルを移動させることなく試料11の一辺全体に流体18を噴射させることができるため、ノズルの移動機構を設ける必要がなくなる。このことは分離装置の小型化に寄与する。

【0095】なお、図10(A)～(C)の図面では、各辺に対応して一つのノズルが設けられた構成を示しているが、一辺につき二つ以上の噴射口を有するノズルを用いることも可能である。

【0096】〔実施例9〕本発明を実施して形成された表示装置は様々な電気器具の表示部として用いることができる。そのような本発明の電気器具としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、カーナビゲーション、カーオーディオ、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には記録媒体を再生し、その画像を表示するディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それら電気器具の具体例を図11に示す。

【0097】図11(A)はデジタルカメラであり、本

体2001、表示部2002、接眼部部2003、操作スイッチ2004を含む。本発明の表示装置は表示部2002に用いることができる。

【0098】図11(B)は頭部取り付け型のELディスプレイの一部（右片側）であり、本体2101、信号ケーブル2102、頭部固定バンド2103、表示部2104、光学系2105、表示装置2106を含む。本発明は表示装置2106に用いることができる。

【0099】図11(C)は携帯型（モバイル）コンピュータであり、本体2301、表示部2302、受像部2303、操作スイッチ2304、メモリスロット2305を含む。本発明の表示装置は表示部2302に用いることができる。この携帯型コンピュータはフラッシュメモリや不揮発性メモリを集積化した記録媒体に情報を記録したり、それを再生したりすることができる。

【0100】図11(D)は電子書籍（携帯書籍）であり、本体2401、表示部2402、操作スイッチ2403を含む。本発明の表示装置は表示部2402に用いることができる。また、この電子書籍に記録媒体を挿入するためのスロットを設けることも可能である。

【0101】ところで、表示部に対してEL発光装置を用いる場合、EL発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極力少なくなるように情報を表示することが望ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話や電子書籍のような文字情報を主とする表示部にEL発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが望ましい。

【0102】ここで図11(E)は携帯電話であり、本体2501、音声出力部2502、音声入力部2503、表示部2504、操作スイッチ2505、アンテナ2506を含む。本発明の表示装置は表示部2504に用いることができる。なお、表示部2504にEL発光装置を用いる場合は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯通話の消費電力を抑えることができる。

【0103】以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例1～7の構成を自由に組み合わせた表示装置を用いることで得ることができる。

【0104】

【発明の効果】本発明では、半導体素子もしくはMIM素子といった能動素子の作製過程において、母体基板としてプラスチックよりも耐熱性の高い基板を用いるため、電気特性の良好な能動素子を作製することができる。さらに、能動素子並びに発光素子もしくは液晶素子を形成した後で前記母体基板を剥離し、プラスチック基板を支持基板として貼り合わせる。

【0105】そのため、プラスチック基板を支持基板とし、且つ、高性能な表示装置を作製することが可能とな

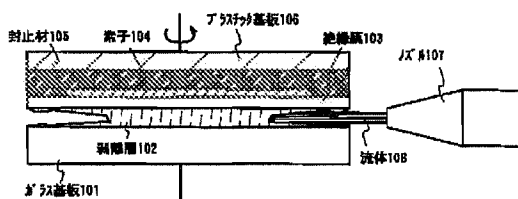
る。また、支持基板がプラスチックであるため、フレキシブルな表示装置にすることもでき、且つ、薄型で軽量の表示装置とすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

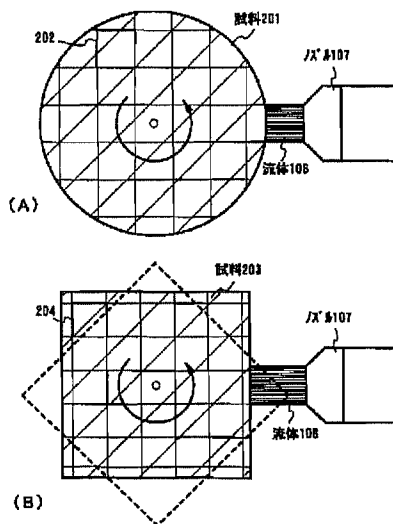
- 【図 1】 基板を分離する過程を断面から見た図。
- 【図 2】 基板を分離する過程を上面から見た図。
- 【図 3】 本発明に用いる分離装置の概略図。
- 【図 4】 EL 発光装置の作製工程を示す図。

- 【図 5】 EL 発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 6】 EL 発光装置の上面構造および回路構成を示す図。
- 【図 7】 液晶表示装置の作製工程を示す図。
- 【図 8】 EL 発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 9】 EL 発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 10】 基板を分離する過程を上面から見た図。
- 【図 11】 電気器具の一例を示す図。

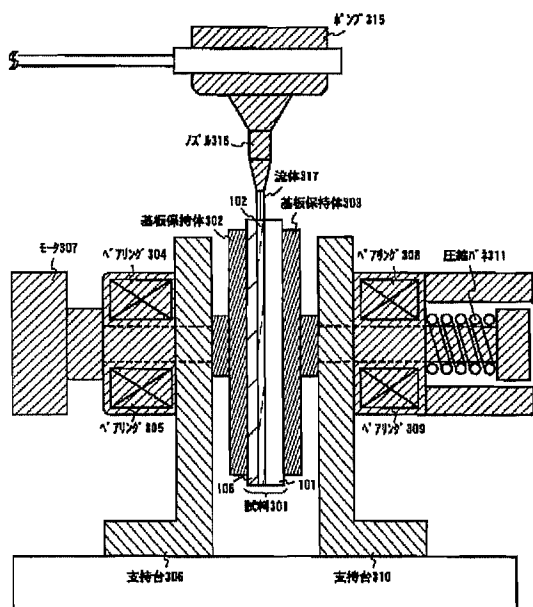
【図 1】



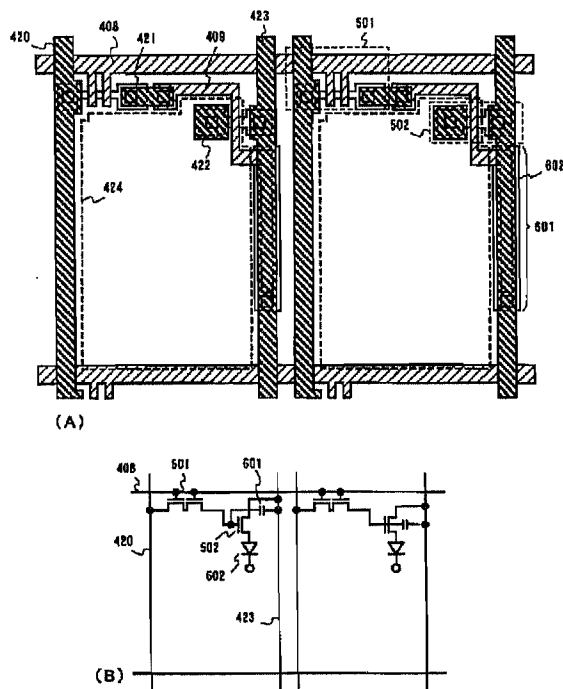
【図 2】



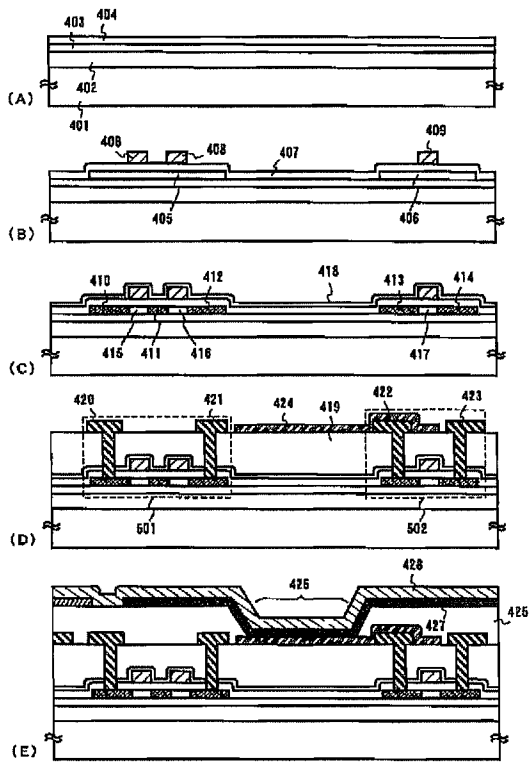
【図 3】



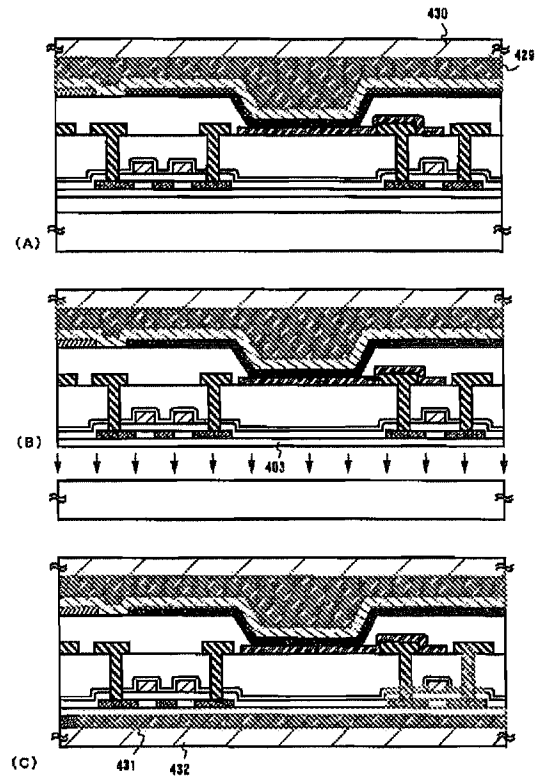
【図 6】



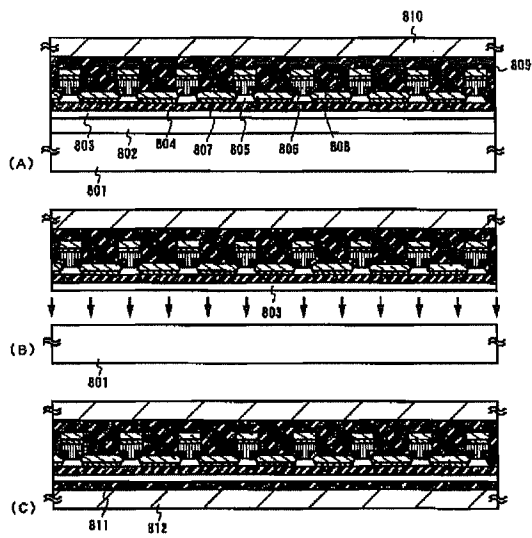
【図4】



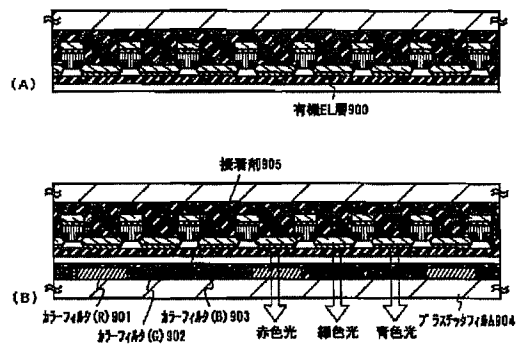
【図5】



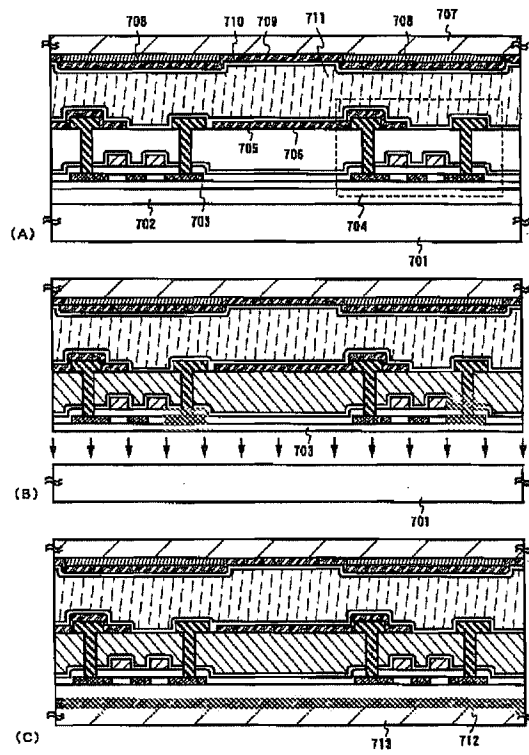
【図8】



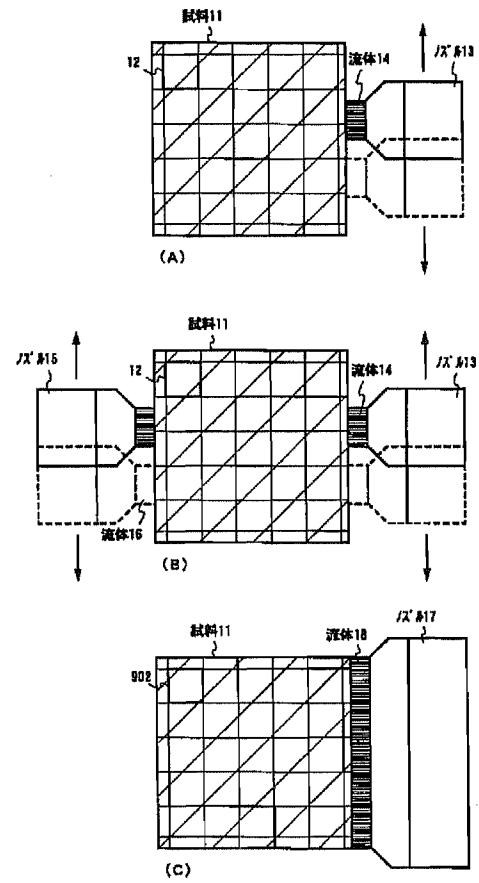
【図9】



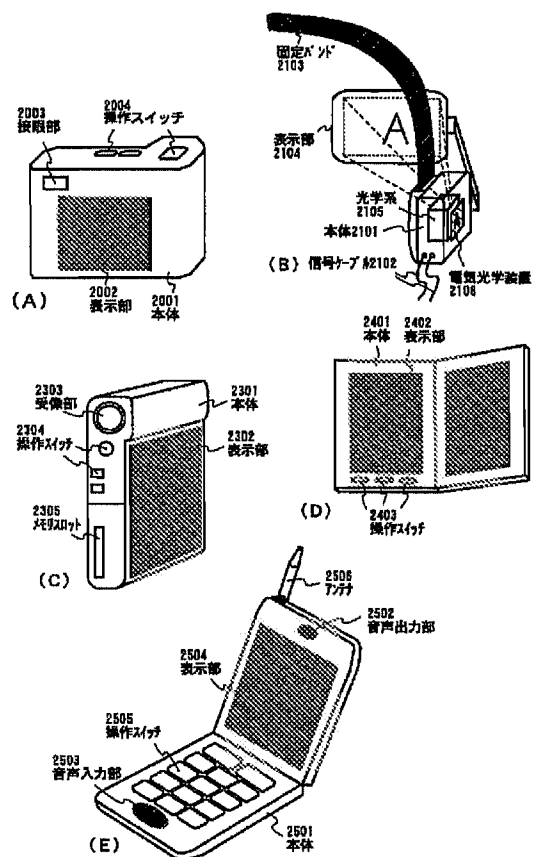
【図7】



【図10】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [®] (参考)
G 0 9 F 9/30	3 3 8	G 0 9 F 9/30	3 3 8
	3 6 5		3 6 5 Z
H 0 1 L 29/786		H 0 5 B 33/10	
21/336		33/14	A
H 0 5 B 33/10		H 0 1 L 29/78	6 2 6 C
33/14			6 2 7 D

Family list

5 application(s) for: JP2004103957 (A)

- 1 NATURAL SUPERLATTICE HOMOLOGOUS SINGLE CRYSTAL THIN FILM, METHOD FOR PREPARATION THEREOF, AND DEVICE USING SAID SINGLE CRYSTAL THIN FILM**
Inventor: HOSONO HIDEO [JP] ; OTA HIROMICHI [JP] (+4) **Applicant:** JAPAN SCIENCE & TECH AGENCY [JP] ; ORITA MASAHIRO [JP] (+1)
EC: H01L29/786K; C30B23/02; (+4) **IPC:** C30B23/02; H01L21/336; H01L29/45; (+12)
Publication info: EP1443130 (A1) — 2004-08-04
 EP1443130 (A4) — 2009-06-03
- 2 TRANSPARENT THIN FILM FIELD EFFECT TYPE TRANSISTOR USING HOMOLOGOUS THIN FILM AS ACTIVE LAYER**
Inventor: OTA HIROMICHI ; HOSONO HIDEO (+2) **Applicant:** JAPAN SCIENCE & TECH CORP ; OTA HIROMICHI
EC: H01L29/786K **IPC:** H01L21/363; H01L29/786; H01L21/02; (+3)
Publication info: JP2004103957 (A) — 2004-04-02
 JP4164562 (B2) — 2008-10-15
- 3 NATURAL SUPERLATTICE HOMOLOGOUS SINGLE CRYSTAL THIN FILM AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME**
Inventor: HOSONO HIDEO ; UEDA KAZUSHIGE (+3) **Applicant:** JAPAN SCIENCE & TECH CORP ; ORITA MASAHIRO (+1)
EC: **IPC:** C30B29/22; C30B29/10; (IPC1-7): C30B29/22
Publication info: JP2003137692 (A) — 2003-05-14
 JP4298194 (B2) — 2009-07-15
- 4 Natural-superlattice homologous single crystal thin film, method for preparation thereof, and device using said single crystal thin film**
Inventor: HOSONO HIDEO [JP] ; OTA HIROMICHI [JP] (+4) **Applicant:** HOSONO HIDEO, ; OTA HIROMICHI, (+5)
EC: H01L29/786K; C30B23/02; (+4) **IPC:** C30B23/02; H01L21/336; H01L29/45; (+7)
Publication info: US2005039670 (A1) — 2005-02-24
 US7061014 (B2) — 2006-06-13
- 5 NATURAL SUPERLATTICE HOMOLOGOUS SINGLE CRYSTAL THIN FILM, METHOD FOR PREPARATION THEREOF, AND DEVICE USING SAID SINGLE CRYSTAL THIN FILM**
Inventor: HOSONO HIDEO [JP] ; OTA HIROMICHI [JP] (+4) **Applicant:** JAPAN SCIENCE & TECH CORP [JP] ; HOSONO HIDEO [JP] (+5)
EC: H01L29/786K; C30B23/02; (+4) **IPC:** C30B23/02; H01L21/336; H01L29/45; (+12)
Publication info: WO03040441 (A1) — 2003-05-15

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide